

第 12 篇 备用电源设备

执笔委员 竹 内 保 (東光電気工事株式会社)
秀 島 紀一郎 (社団法人日本内燃力発電設備協会)
柳 澤 安 信 (株式会社明電舎)
横 木 篤 (湯浅電池株式会社)

译 者 贾卫平
校 者 尹克宁
责任编辑 孙流芳

目 录

第 1 章 备用电源设备概述	12-3	第 3 章 蓄电池设备	12-25
第 2 章 自备发电设备	12-3	第 4 章 不间断电源设备	12-38

第 12 篇 备用电源设备

执笔委员 竹 内 保（東光電気工事株式会社）
秀 島 紀一郎（社団法人日本内燃力発電設備協会）
柳 澤 安 信（株式会社明電舎）
横 木 篤（湯浅電池株式会社）
译 者 贾卫平
校 者 尹克宁
责任编辑 孙流芳

目 录

第 1 章 备用电源设备概述	12-3	第 3 章 蓄电池设备	12-25
第 2 章 自备发电设备	12-3	第 4 章 不间断电源设备	12-38

第 12 篇 备用电源设备

第 1 章 备用电源设备概述

已经实现现代化和信息化的住宅、高层建筑和工厂,无疑对于所有产业部门,没有电就不能发挥其功能,电力公司停止供电的影响是极大的。

电力公司为了提供优质、稳定的电力,尽管正努力于增强和改善发电厂、输电线路和变电所等,但是由于台风、地震、水灾等天灾所造成的不可预测的停电,电力公司的维修、改造等的计划停电,再有高层建筑自身的输、变电设备的电气事故而导致的停电等,因而可以说,要保证无停电的供电是不可能的。

为此,在停电时为了维持那些大楼的功能和营业等,必须保证最低限度的安全供电,通常都需安装自发电设备和蓄电池设备以作为备用电源。

加之,对于电子计算信息处理等不允许瞬时电

压下降、闪变的设备,装设不间断电源装置(UPS)是必要的。

因此,依据消防法和建筑标准法,作为消防设备和避难设备等防灾设备的紧急备用电源,虽然有义务安装自备发电设备和蓄电池设备,但是与为保证安全供电的备用电源共用的也不少。这些自备发电设备及蓄电池设备,应安装经社团法人日本内燃机发电设备协会及蓄电池设备认定委员会所进行的认定试验合格的产品。

本篇仅对为确保高层建筑、工厂等安全供电而设置的备用电源进行阐述,关于作为防灾电源而设置的紧急备用电源(也称防灾电源)请参阅第 14 篇第 2 章。

第 2 章 自备发电设备

本章阐述为保证一般的安全供电而设置的以柴油机或燃气轮机为原动机的自备发电设备。

这种自备发电设备,按照电气事业法可作为主设备的附属设备紧急备用电源而使用,当然应符合按通商产业省令制定的技术标准(关于制定火力发电设备技术标准的省令、关于制定火力发电设备技术标准细则的告示,关于制定电气设备技术标准的省令以及关于制定电气设备技术标准细则的告示)。另外,还有维持这些技术标准实施的义务。

在安装这种自备发电设备的场所,必须选任并申报该设施的主任技术人员,并呈报安全规程,对 100kW 以上的设备,还有义务呈报工程计划并进行使用前的检查。

2.1 自备发电设备概要

[1] 分类 自备发电设备按原动机、使用目的、控制方式分成以下几类。

(a) 按使用目的分类 按使用目的主要分成以下三类,但本章所介绍的是紧急发电设备。

(1) 常用发电设备 多用于孤岛、山谷这种电力公司难以供给其电力的地方。目前,在高层建筑等场所安装,以作为尖峰负荷和联合供电供热的也不少。

这种设备,按电气事业法,应作为发电厂对待。

(2) 紧急发电设备 应作为保安用电源而安装在大楼、百货商店、宾馆、地下街道等场所。根据消防法和建筑标准法,有义务必须安装的这种紧急供电电源也属于此范围。

按电气事业法,这种设备可用作主设备附属设备紧急备用发电设备。

(3) 移动式发电设备 是可以在土木、建筑、道路工程等现场移动使用,全部机器设备都在共用基座上装载,便于移动使用的发电设备。

按照电气事业法,对移动发电设备而言,根据使

用目的,可当作发电厂或紧急备用发电装置对待,但作为发电厂对待者居多。

(b) 按原动机分类 如图 12.1 所示,原动机应使用内燃机,但与其他原动机相比,使用柴油机或燃气轮机有如下特点,所以它们广泛用于发电机的驱动。

- (1) 起动性能好。
- (2) 动作准确、可靠性高。
- (3) 容易实现自动化。
- (4) 便于使用、维护。
- (5) 效率高。

另外,这些内燃机以使用液体燃料为主,最近,开始使用气体燃料。

此外,在电气事业法和消防法中,与图 12.1 所示的工程学分类不同,把燃气轮机与内燃机区分开来。

(c) 按控制方式分类 有全自动式、半自动式、手动式等。

因为要求防灾电源自动起动、自动切换,所以为了与防灾电源通用,现在往往多采用全自动式。

[2] 构成 自备发电设备的组成通常如下, 柴油发电设备的基本组成如图 12.2 所示。

(a) 原动机 本体、调速器、增压器、供气冷却器、计量装置(转速表、水温计、油压表、油温计)等。

(b) 同步发电机 本体、励磁装置。

(c) 共用基座 共用基座、防振装置、抗震制动器。

(d) 控制装置 发电机盘、自动起动盘。

(e) 起动装置

(1) 空气式起动装置 起动用空气存储装置、气压缩机、自动充气装置等。

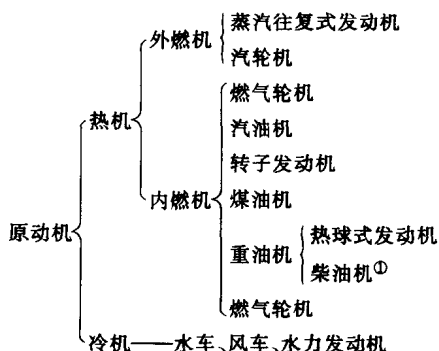


图 12.1 原动机的分类

① 也有使用轻油燃料的柴油机。

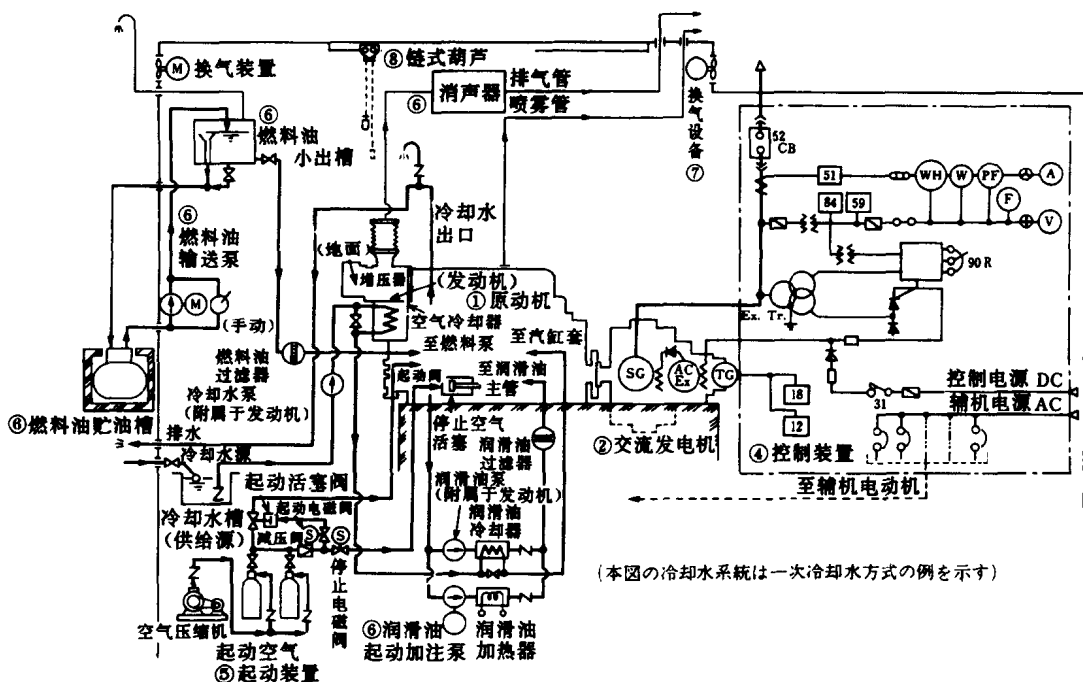


图 12.2 柴油发电设备的基本组成(引自日本内燃机发电设备协会编:自备发电设备专门

技术者手册,日本内燃机发电设备协会)

(本图的冷却水系统是一些冷却水方式的例子)

(2) 电气式起动装置 起动用蓄电池、充电装置。

(f) 附属装置

(1) 燃料系统 燃料罐、主燃料罐、燃料输送泵,共用控制盘等。

(2) 润滑系统 润滑油槽、润滑油泵等。

(3) 冷却系统 减压水槽、散热器等。

(4) 排气系统 消声器。

(5) 管道、线路。

(g) 附属设备

(1) 换气设备;

(2) 管道、线路用槽;

(3) 检修用链式葫芦、工字横梁;

(4) 灭火设备;

(5) 照明设备。

[3] 额定事项 自备发电设备的额定事项和规定事项如表 12.1 所示。

表 12.1 机器的标准额定与标准方式

发电机		原动机输出 (参考值) (PS)	转 速	起 动 方 式	冷 却 方 式						电动机 输出 散热器 (分离式) (参考值) (kW)	燃料 小出 槽 (L)	主 燃料 槽	装 置 的 型 式	
额定 输出 容量 (kVA)	额定 电压 (V)				冷 却 方 式	水 冷 式			散热器式 (搭载式)						
						减 压 水 槽 (L)	地 下 冷 却 水 槽 (m ³)	换 气 量 (供 气) (m ³ /h)	换 气 量 (排 气) (m ³ /h)	换 气 量 (排 气) (m ³ /h)					风 道 面 积 (m ²)
37.5	210	50	中速或 高速	电气式	水冷式或 散热器式	200	7	1 900	1 800	9 000	1.5	2.2	200	—	简易形 或箱式
50	210	65	中速或 高速	电气式	水冷式或 散热器式	200	9	2 300	2 100	10 200	1.5	3.7	200	—	简易形 或箱式
62.5	210	80	中速或 高速	电气式	水冷式或 散热器式	200	10	2 800	2 500	10 800	1.6	3.7	390	—	简易形 或箱式
75	210	95	中速或 高速	电气式	水冷式或 散热器式	200	12	3 300	2 900	11 400	2.0	3.7	390	—	简易形 或箱式
100	210	125	中速	电气式	水冷式或 散热器式	200	16	4 100	3 700	15 000	2.6	5.5	390	—	简易形 或箱式
125	210	155	中速	电气式	水冷式或 散热器式	500	35	5 100	4 400	18 600	2.8	5.5	490	—	敞开式
150	210	185	中速	电气式	水冷式或 散热器式	500	42	5 900	5 100	22 200	3.1	5.5	490	TO- 1.0	敞开式
200	6 600	245	中速	电气式	水冷式或 散热器式	500	55	7 600	6 400	24 000	3.9	7.5	490		敞开式
250	6 600	300	中速	电气式	水冷式或 散热器式	500	68	9 100	7 600	30 000	4.6	7.5	490		敞开式
300	6 600	360	中速	电气式或 空气式	水冷式或 散热器式	500	与制造 厂协商	11 300	9 600	3 600	与制造 厂协商	与制造 厂协商	490	与制造 厂协商	敞开式
375	6 600	450	中速	电气式或 空气式	水冷式或 散热器式	500	与制造 厂协商	12 800	10 700	45 000	与制造 厂协商	与制造 厂协商	490	与制造 厂协商	敞开式
500	6 600	595	中速	电气式或 空气式	水冷式或 散热器式	500	与制造 厂协商	16 400	13 500	60 000	与制造 厂协商	与制造 厂协商	490	与制造 厂协商	敞开式
625	6 600	740	中速	电气式或 空气式	水冷式或 散热器式	500	与制造 厂协商	19 700	16 100	78 000	与制造 厂协商	与制造 厂协商	490	与制造 厂协商	敞开式
750	6 600	880	中速	电气式或 空气式	水冷式或 散热器式	500	与制造 厂协商	22 900	18 700	90 000	与制造 厂协商	与制造 厂协商	490	与制造 厂协商	敞开式
875	6 600	1 030	中速	电气式或 空气式	水冷式或 散热器式	500	与制造 厂协商	26 500	21 500	10 800	与制造 厂协商	与制造 厂协调	490	与制造 厂协商	敞开式
1 000	6 600	1 170	中速	电气式或 空气式	水冷式或 散热器式	500	与制造 厂协商	29 600	23 900	120 000	与制造 厂协商	与制造 厂协商	490	与制造 厂协商	敞开式

注: 1. 原动机输出,是按功率因数为 0.8 计算的。

2. 转速栏中速表示 1500,1800 或 1000,1200r/min,高速表示 3000,3600r/min。

3. 地下水槽的最终水温,100kVA 以下为 80℃,125kVA 以上、250kVA 以下为 50℃,表示运转 10h 以上的计算值。

4. 水冷式换气量按式(12.14),表示以轻油,取 $t_2 = 25^\circ\text{C}$ 时的计算值。

5. 风道面积表示开口率为 0.5,面风速为 4m/s 时的值。

[4] 控制、保护方式 自备发电设备的控制方式和保护方式如下：

(a) 控制方式 控制方式一般有以下四种，其启动、停止方式如表 12.2 所示。

- (1) 机旁操作；
- (2) 手动操作；

- (3) 半自动控制；
- (4) 全自动控制。

另外，运行控制的一般顺序如表 12.3 所示，空气启动控制方式的系统如图 12.3 所示，电气启动控制方式的系统如图 12.4 所示。

表 12.2 发电设备的操作方式

操作方式	操作概要	启动-停止	主要用途
机旁操作	在机旁进行启动准备作业，操纵控制杆、手柄、阀门等进行启动、停止。通过手动开关，进行断路器的接通、断开操作	手动-手动	常备发电用 尖峰负荷用
手动操作	通过发电机控制盘或远距离监视控制盘的操作开关进行启动、停止及速度调整。通过手动进行断路器的接通、断开操作	手动-手动	常备发电用 尖峰负荷用
半自动操作	接到工业用电源停止信号后进行自动启动，自动接通断路器。电源恢复后，断路器的断开和发电机的停止，一般用手动开关来进行	自动-手动	紧急发电用
全自动操作	工业用电源停止时进行同样的自动操作，电源恢复后，断路器的断开以及发电机组的停止也自动进行	自动-自动	无人的备用电源 紧急发电用

表 12.3 运行控制的概要

	自动式	手动式	备注(主要针对全自动式)
运 行	正常停电 停电检测 停电确认 机组启动 电压建定 断路器接通 切换	手动启动 断路器接能 切换	常用电源电压下降(正常额定值的 75%~85%)而使低电压继电器动作 根据发电机的额定转速,使发电机电压达到规定值 自动式:通过时限继电器来自动投入 手动式:手动投入
电 源 恢 复 停 止	正常恢复 恢复确认 断路器断开 切换 机组停运	断路器断开 切换 机组停运	根据低电压继电器动作的时限继电器(通常 0~120s)来确认 自动式:把负荷由发电机自动切换到正常电源 手动式:把负荷由发电机手动切换到正常电源 切换后通常依靠 2~60s 的时限继电器在空载运转后把燃料切断并使机组停运

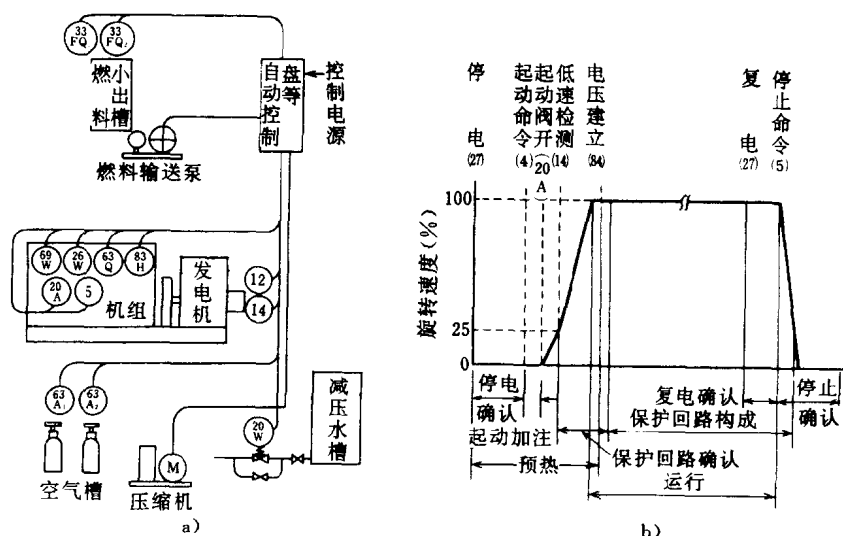


图 12.3 空气起动式线路

a) 系统图 b) 时间表

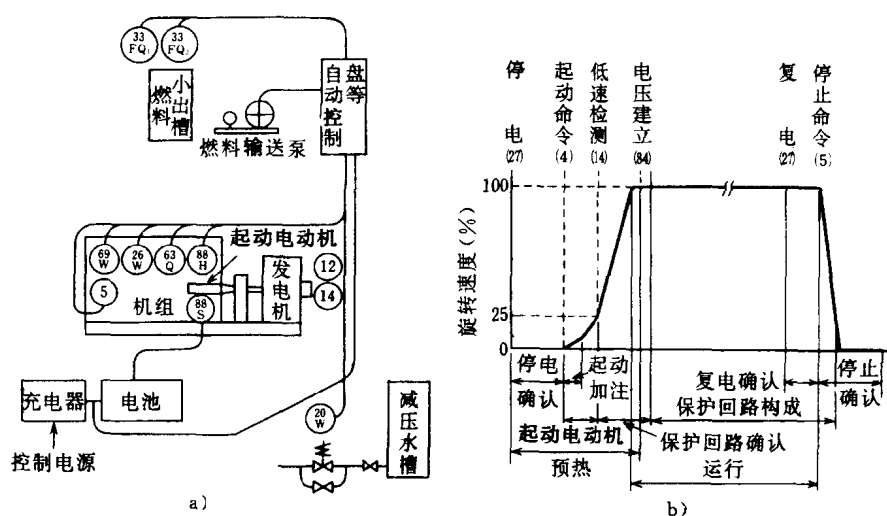


图 12.4 电气起动式线路

a) 系统图 b) 时间表

(b) 保护方式 发电机起动时或在运行中发生事故的情况下,根据故障的种类,如表 12.4 所示可发出警报或显示的同时,如有必要,将发电机用断路器自动断开,并使原动机自动停运。

[5] 抗震措施 在建筑标准法实施令第 39 条第 2 款(由楼顶突出的水槽等)、第 129 条的第 2

款(给水、排水、其他管道设备的布置和结构)以及第 129 条第 2 款第 3 项(冷却塔设备)中,对这些设备的抗震安全结构均作出了规定,这种可以保证安全的结构标准,可参阅建设省住宅局建筑指导课监修的《建筑设备抗震设计、施工指南》(日本建筑中心发行,1984 年版)一书。

另外,关于地脚螺栓的容许拉拔载荷等,在(社団法人)日本内燃机发电设备协会·抗震措施调查研究报告委员会所编《自备发电设备抗震设计导则》(1981年3月发行)中有详细规定。

下面针对有关的内容作一介绍。

(a) 地震输入 设计用水平地震力 F_H ,原则上认为作用于重心,按式(12.1)计算

$$F_H = K_H W \tag{12.1}$$

$$K_H = Z K_S$$

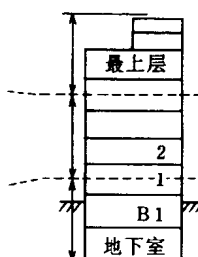
式中 K_H ——设计用水平震度;
 K_S ——设计用标准震度(假定在表 12.5 所列值以上);
 Z ——地域系数(按表 12.6);
 W ——设备重量。

表 12.4 警报、显示、保护

保 安 装 置	报警	主回路断开	机器停止	备 注
过电流	○	○	—	防止发电机功率过负荷
过速度	○	○		
冷却水温度上升或断水	○	○	○	冷却水出口温度
起动用蓄电池减液	○ ^①	—	—	
起动用空气存储装置压力下降	○ ^①	—	—	
气体温度上升	○	○	○	燃气轮机

① 蜂鸣器报警。

表 12.5 设计用标准震度

	重要建筑设备机器的标准震度	普通建筑设备机器的标准震度	适用层的划分
最上层、 楼顶及塔屋	1.5 (2.0)	1.0	
2 层以上	1.0 (1.3)	0.6	
地下室与一层	0.6	0.4	

注: ()内的数值表示重要防振设置机器的震度。

自备发电装置(把原动机、发电机等安装在共用基座上的装置)的减振和地脚螺栓的设计,必须考虑沿地震垂直方向的惯性力,这时设计用垂直地震力 F_V ,可按式(12.2)计算。

$$F_V = K_V W \tag{12.2}$$

$$K_V = \frac{1}{2} K_H$$

式中 K_V ——设计用垂直震度。

(b) 自备发电装置的抗振 自备发电装置的防振装置,规定采用减振器。

(c) 地脚螺栓的许容拉拔载荷 对用于自备发电装置的地脚螺栓,应进行强度检验,其容许拉拔载荷,可根据自备发电设备抗震设计导则的规定来选择,地脚螺栓容许拉拔载荷的实例如表 12.7 所示。

[6] 输出功率计算 自备发电设备的输出功率计算,在有 3 台以上升降机和有分负荷的情况下,可按日本内燃机发电设备协会规程 NEGAC201(自备发电设备的输出功率算法)计算,其他情况

按下列方法计算:

(a) 负荷设备输出功率的计算 进行输出功率计算时,与自备发电设备连接的负荷设备的名称、台数、输出功率、起动方式等均归纳于负荷表中,按表 12.8 求出每个负荷设备的输出功率,并求出总输出功率 K (kW)。

(b) 发电机输出功率 由汇集于负荷表中的与自备发电设备连接的负荷设备的输出功率,再根据以下 4 点,取发电机必要输出功率中最大值以上者。但是,当选定额定输出功率时,可以估计有 5% 的裕度。

(1) 根据正常运行的负荷设备,以确定发电机输出功率(以下称为按正常负荷的发电机输出功率)。

(2) 取决于容许电压降的发电机输出功率。

(3) 取决于短时过电流强度的发电机输出功率。

(4) 取决于容许负序电流(高次谐波电流分量与不平衡电流分量)的发电机输出功率。

表 12.6 地域系数(Z)

	地 名	Z
(1)	除(2)到(4)中所列者之外的地方	1.0
(2)	北海道地区内 札幌市 函馆市 小樽市 室兰市 北见市 夕张市 岩见泽市 网走市 苫小牧市 美呗市 芦别市 江别市 赤平市 三笠市 千岁市 泷川市 砂川市 歌志内市 深川市 富良野市 登别市 惠 庭市 伊达市 札幌郡 石狩郡 厚田郡 浜益郡 松前郡 上磯郡 龟田郡 茅部郡 山越郡 桧山 郡 雨志郡 久远郡 奥尻郡 濑棚郡 岛牧郡 寿都郡 碗谷郡 虻田郡 岩内郡 古宇郡 积丹郡 古平郡 余市郡 空知郡 夕张郡 桦户郡 雨龙郡 上川郡(上川支厅)及东神楽町 上川町 东川 町及美瑛町 勇拂郡 网走郡 斜里郡 常吕郡 有珠郡 白老郡 青森县范围内 青森市 弘前市 黑石市 五所川原市 陆市 东津轻郡 西津轻郡 中津轻郡 南津轻郡 北津轻郡 下北郡 秋田县 山形县 福岛县范围内 会津若松市 郡山市 白河市 须贺川市 喜多方市 岩瀬郡 南会津郡 北会津郡 耶麻郡 河沼郡 大沼郡 西白河郡 新县 富山县范围内 鱼津市 滑川市 黑部市 下新川郡 石川县范围内 轮岛市 珠洲市 凤至郡 珠洲郡 鸟取县范围内 米子市 仓吉市 境港市 东伯郡 西伯郡 日野郡 岛根县 冈山县 宏岛县 德岛县范围内 美马郡 三好郡 香川县范围内 高松市 丸龟市 坂出市 善通寺市 观音寺市 小豆郡 香川郡 绫歌郡 仲多度郡 三丰郡 爱媛县 高知县 熊本县((3)中所列市郡除外) 大分县((3)中所列市郡除外) 宫崎县	0.9
(3)	北海道地区内 旭川市 留萌市 稚内市 纹别市 士别市 名寄市 上川郡(上川支厅)内的鹰栖町 当麻町 比布町 爱别町 和寒町 剑渊町 朝日町 风连町及下川町 中川郡(上川支厅) 增毛郡 留萌郡 苦前郡 天盐郡 宗谷郡 枝幸郡 礼文郡 利尻郡 纹别郡 山口县 福岡县 佐贺县 长崎县 熊本县范围内 八代市 荒尾市 水俣市 玉名市 本渡市 山鹿市 牛深市 宇土市 枥托郡 宇土郡 玉名郡 鹿 本郡 苇北郡 天草郡 大分县范围内 中津市 日田市 丰后高田市 杵筑市 宇佐市 西国东郡 东国东郡 速见郡 下毛郡 宇佐郡 鹿儿岛县(除名瀬市及大岛郡外)	
(4)	冲绳县	0.7

表 12.7 箱拔式 J 形、JA 形与带帽螺栓的容许拉拔载荷(一般在天花板下面、混凝土墙面不使用)

设置场所	(a) 坚固的基础	(b) 一般地面上面																																							
	用下列计算式,求出螺栓的短期容许拉拔载荷,但螺栓的剪断应力超过 4.5kgf/mm²(SS41 时)的情况下,根据导则中所指出的方法,对螺栓进行强度分析,并进一步确认不超过螺栓的容许拉伸应力。 $F_{c1} \leq F_{c2} \text{ 时}$$T_a = \frac{F_{c1}}{80} \pi L W \quad (1)$$F_{c1} > F_{c2} \text{ 时 (例如:无收缩砂浆等)}$$T_a = \frac{F_{c2}}{80} \pi L W \quad (2)$ 式中 T_a——地脚螺栓的短期容许拉拔载荷(kgf) L——地脚螺栓的埋入长度(cm) F_{c1}——填充砂浆的设计标准强度(kgf/cm²) F_{c2}——周围混凝土的设计标准强度(kgf/cm²) $\left(\begin{array}{l} F_{c1} = 120 \text{kgf/cm}^2 \\ F_{c2} = 180 \text{kgf/cm}^2 \end{array} \right) \text{ 通常}$	短期容许拉拔载荷(kgf)^① <table><tr><th rowspan="2">螺栓直径 d (标称)</th><th colspan="3">混凝土厚度(mm)</th></tr><tr><th>120</th><th>150</th><th>180</th></tr><tr><td>M8</td><td>490</td><td>690</td><td>840</td></tr><tr><td>M10</td><td>490</td><td>690</td><td>840</td></tr><tr><td>M12</td><td>—</td><td>690</td><td>840</td></tr><tr><td>M16</td><td>—</td><td>—</td><td>840</td></tr><tr><td>M20</td><td>—</td><td>—</td><td>840</td></tr><tr><td>M24</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>螺栓的埋入长度 L (mm)</td><td>80-d</td><td>110-d</td><td>140-d</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>160-d</td></tr></table>	螺栓直径 d (标称)	混凝土厚度(mm)			120	150	180	M8	490	690	840	M10	490	690	840	M12	—	690	840	M16	—	—	840	M20	—	—	840	M24	—	—	—	螺栓的埋入长度 L (mm)	80-d	110-d	140-d				160-d
螺栓直径 d (标称)	混凝土厚度(mm)																																								
	120	150	180																																						
M8	490	690	840																																						
M10	490	690	840																																						
M12	—	690	840																																						
M16	—	—	840																																						
M20	—	—	840																																						
M24	—	—	—																																						
螺栓的埋入长度 L (mm)	80-d	110-d	140-d																																						
			160-d																																						

(续)

设置场所	(a) 坚固的基础	(b) 一般地面上面
W——箱拔式地脚螺栓箱尺寸(10cm≤W≤15cm), 矩形时取最小边尺寸, 但箱内表面看上去应十分粗糙 还有, 对于在基础的隅角处, 边部装设有地脚螺栓, 其短期容许拉拔载荷可按下列计算式中之一去计算。 1) $F_{c1} \leq F_{c2}, L \leq h$ 时 $T_a = \frac{F_{c1}}{80} \pi L W \frac{A}{10} \quad (1a)$ 2) $F_{c1} \leq F_{c2}, L > h$ 时 $T_a = \frac{F_{c1}}{80} \pi W \left(L - h + \frac{A}{10} h \right) \quad (1b)$ 3) $F_{c1} > F_{c2}, L \leq h$ 时 $T_a = \frac{F_{c2}}{80} \pi L W \frac{A}{10} \quad (2a)$ 4) $F_{c1} > F_{c2}, L > h$ 时 $T_a = \frac{F_{c2}}{80} \pi W \left(L - h + \frac{A}{10} h \right) \quad (2b)$ 式中 h——基础垫砌高度(cm) A——箱拔式地脚螺栓的箱外尺寸(cm) 但 $10\text{cm} > A \geq 5\text{cm}$ 注: (1) 以 $L \geq 6d$ 为佳(d——地脚螺栓的标称直径) (2) 在使用第1种、第2种轻量混凝土时, 可选择10%左右的裕度	注: (1) 如上图所示埋入地脚螺栓时, 为 $F_{c1} = 120\text{kgf/cm}^2, F_{c2} = 180\text{kgf/cm}^2, W = 100\text{mm}$ 情况下的短期拉拔载荷 (2) 各尺寸与上图不同时, 或者混凝土的标准设计强度不同时, 可按左边坚固基础的计算方法计算, 但是, 在地面上面设置地脚螺栓, 其每个拉拔载荷不得超过1200kgf (3) 以 $L \leq 6d$ 为宜, 最好不使用上表中印“-”的部分 (4) 如果箱体的 W 在15cm以下, 可以使用上表 (5) 在使用第1种、第2种轻量钢筋混凝土时, 应有10%左右的裕度	注: (1) 如上图所示, 埋入地脚螺栓时, 为 $F_{c1} = 210\text{kgf/cm}^2, F_{c2} = 180\text{kgf/cm}^2, W = 100\text{mm}$ 情况下的短期拉拔载荷 (2) 各尺寸与上图不同时, 或者混凝土的标准设计强度不同时, 可按左边坚固基础的计算方法计算, 但是, 在地面上面设置地脚螺栓, 其拉拔载荷不得超过1200kgf (3) 以 $L \leq 6d$ 为宜, 最好不使用上表中印“-”的部分 (4) 如果箱体的 W 在15cm以下, 可以使用上表 (5) 在使用第1种、第2种轻量钢筋混凝土时, 应有10%左右的裕度

计算输出所用各值,按如下原则:

(1) 已判明的东西,采用其具体值;

(2) 厂家已明确保证了的,采用该值;

(3) 不明确者,采用表 12.9~表 12.14 中所示的值。

表 12.8 各负荷设备的输出功率

各负荷的输入、输出额定表示或其种类		各负荷设备的 输出功率(kW)	备 注
输出功率(kW)	一般电动机(感应电动机)の場合	额定输出功率	
	一台或两台升降机的場合	$E_{Vi}V_i$	E_{Vi} ——由升降机的控制方式种类决定的 换算系数(表 12.12) V_i ——升降机卷扬电动机的额定输出 功率(kW)
输入功率(kW)	白炽灯、荧光灯、电热器等负荷	额定输出功率	
输出功率(kVA)	稳压及稳频装置 充电装置等	$C_i\cos\theta_i$	C_i ——额定输出功率(kVA) $\cos\theta_i$ ——负荷的功率因数(额定值)(表 12.9)
输入功率(kVA)	插入负荷等	$L_i\eta_{Li}\cos\theta_{Li}$	L_i ——额定输入功率(kVA) $\cos\theta_{Li}$ ——负荷的功率因数(额定值) (表 12.9) η_{Li} ——该负荷的效率(表 12.9)
其他负荷	效率明显小于通常的 $\eta_L (=0.85)$	$\frac{\eta_L}{\eta_{Li}}$ (额定输出)	η_L ——负荷的总效率(0.85) η_{Li} ——该负荷额定时的效率

表 12.9 负荷设备的各计算值(根据正常负荷进行发电机输出功率计算的各计算值)

项		目	符 号	值	$\frac{1}{\eta\cos\theta}$
功率因数与效率 (升降机按表 12.12)	一般	负荷群的功率因数	$\cos\theta_L$	0.8	1.47
		基本负荷的功率因数	$\cos\theta_b$	0.8	
		负荷群的效率	η_L	0.85	
		基本负荷的效率	η_b	0.85	
	电灯	白炽灯的功率因数与效率	$\cos\theta_L$ η_L	1.0	1.0
		荧光灯的功率因数与效率	$\cos\theta_L$ η_L	0.8	1.25
	整流器	功率因数	$\cos\theta_r$	0.85	1.47
		效率	η_r	0.8	
	恒压 恒频 装置	功率因数	(一次侧、二次侧相同) $\cos\theta$	0.9	1.23
		效率	η_r	0.9	
		并列冗余时 为计算 K , 应乘以并列冗余系数 $(n-1)/n$ (K ——对象负荷设备的合计数) 计算 R 时, 把并列冗余系数作为 1 式中 n ——恒压恒频装置箱的数量			
	变压 变频 装置	功率因数	$\cos\theta_r$	0.85	1.47
		效率	η_r^*	0.8	
	* 电动机与变压变频装置的总效率				
利用率	负荷的利用率	防灾设备	D	1.0	
		一般设备		实际值 (0.4~1.0)	
	基本负荷 的利用率	防灾设备	d	1.0	
		一般设备		实际值 (0.4~1.0)	

表 12.10 负荷设备的各计算值(高次谐波发生率)

高次谐波发生装置的种类			符号	高次谐波发生率
1	整流装置, 蓄电池充电器, 恒压恒频装置等	3 相全波	h_i	0.35
		6 相全波		0.20
2	变压变频式调速电动机等	晶闸管式		0.35
		二极管式		0.35
3	升降机	直流晶闸管变流器-电动机式		不明确时按 0.35
		交流反馈控制式		
		交流变压变频控制式		

注: 1. 虽然普通的荧光灯也产生高次谐波,但在本计算方法中不作为发生高次谐波的负荷处理。

2. 所谓高次谐波发生率,是指该负荷设备发生的高次谐波功率与等效的负序功率的换算系数。

表 12.11 负荷设备的各计算值(低压负荷设备的场合)

负 荷	起动方式		k_s	Z_m'	$\frac{k_s}{Z_m'}$	$\cos\theta_s$	$\frac{k_s\cos\theta_s}{Z_m'}$
低压感应电动机	直接起动		1.0	0.14	7.14	①0.7	5.0
						②0.6	4.28
						③0.5	3.57
						④0.4	2.86
	Y-△起动		2/3		4.76	①0.7	3.33
						②0.6	2.86
						③0.5	2.38
						④0.4	1.90
	电抗器起动		0.7		5.00	①0.7	3.50
						②0.6	3.0
						③0.5	2.50
						④0.4	2.00
	控制器起动		0.49		3.50	①0.7	2.45
						②0.6	2.10
						③0.5	1.75
						④0.5	1.75
特殊控制 器起动	RG ₂ 用	0.25	1.80	0.5	0.9		
	RG ₃ 、RE ₂ 、RE ₃ 用	0.49		①0.7	2.45		
变频变压 装置	RG ₂ 、RE ₂ 用	0	0	—	0		
	RG ₃ 、RE ₃ 用	1.0		0.85	1.25		
电灯、插头			1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
静止形恒压恒频装置			1.0	0.9	1.11	0.9	1.0
升降机 (换算值) ^①	直流晶闸 管变流器 电动机	RG ₂ 、RE ₂ 用	0	—	0	—	0
		RG ₃ 、RE ₃ 用	1.0	0.34	2.941	0.8	2.4
	直流电动机	RG ₂ 、RG ₃ 、RE ₂ 用	1.0	0.265	3.773	0.5	1.887
		发电机组	RE ₃ 用	1.0	0.397 5	2.510	0.85
	交流反馈	RG ₂ 、RG ₃ 、RE ₂ 、RE ₃ 用	1.0	0.204	4.9	0.8	3.92
	交流变频 变压装置	RG ₂ 、RE ₂ 用	0	—	0	—	0
		RG ₃ 、RE ₃ 用	1.0	0.34	2.941	0.8	2.40

注: $\cos\theta_s$ 一栏中 ①<5.5kW, ②≥5.5kW, <11kW, ③≥11kW, <30kW, ④≥30kW 的值。

① 以升降机全负荷上升时的输出值为基准时的值。

表 12.12 负荷设备的各计算值(升降机)

项 目			符号	值	$\frac{E_r}{\eta_r \cos \theta}$
从发电机侧看的换算输出功率、换算效率、换算功率因数	直流晶闸管 变流器-电动机式	输出功率换算系数	E_r	1.224	1.8
		换算效率	η_r	0.85	
		功率因数	$\cos \theta$	0.8	
	直流电动机-发电机式	输出功率换算系数	E_r	1.59	2.2
		换算效率	η_r	0.85	
		功率因数	$\cos \theta$	0.85	
	交流反馈控制式	输出功率换算系数	E_r	1.224	1.8
		换算效率	η_r	0.85	
		功率因数	$\cos \theta$	0.8	
	交流变频变压式	输出功率换算系数	E_r	1.224	1.8
		换算效率	η_r	0.85	
		功率因数	$\cos \theta$	0.8	

表 12.13 发电机的各计算值

项 目		符号	值	备 注
效率	正常运行时的效率	η_g	0.9	可按 JEM1354 中规定的额定效率
	短时过负荷时的效率	η'_g	0.86	额定效率(JEM)的 95%
过电流强度	发电机的短时(15s)过电流强度	KG_3	1.5	按 JEM 的规定
容许负序电流	由发电机的容许负序电流而决定的系数	KG_4	0.15~0.3	JEM1354 的规定为 0.15, 超过 0.15 者, 按专门的标准
发电机常数	在负荷投入时评价电压降的阻抗分量	xd'_g	0.25 (0.125~0.43)	
容许电压降	不含升降机的一般负荷	ΔE	0.25 (0.2~0.3)	
	含升降机的场合		0.20	
功率因数	发电机的额定功率因数	$\cos \theta_g$	0.8	
转速降低 电压下降 减少系数	由于瞬时转速降低, 电压下降而投入负荷	I_r	0.9	

表 12.14 原动机的计算用标准负荷投入特性值

	发电装置输出功率 (kW)	柴油机	燃气轮机		K (kW)
			单轴型	双轴型	
ϵ	≤ 125 的装置	0.8~1.1 (1.0)	—	—	80 以下
	$> 125, \leq 250$ 的装置	0.6~1.1 (0.8)	1.0~1.1 (1.0)	—	80 以上 160 以下
	$> 250, \leq 400$ 的装置	0.5~1.0 (0.7)	0.85~1.0 (1.0)	—	160 以上 280 以下
	$> 400, \leq 800$ 的装置	0.5~1.0 (0.6)	0.7~1.0 (1.0)	0.7~0.85 (0.75)	280 以上 560 以下
	$> 800, \leq 3\,000$ 的装置	0.5~1.0 (0.5)	0.7~1.0 (0.85)	0.5~0.75 (0.7)	560 以上 2\,500 以下
γ (15s)	—	1.0~1.3 普通形 1.0 长期形 1.1	1.05~1.3 (1.1)	1.05~1.3 (1.1)	—
γ (1s)	≤ 250 的装置	1.0~1.3	1.1~1.5 (1.3)	1.1~1.3	160 以下
	$> 250, \leq 400$ 的装置	普通形 1.0 长期形 1.1	1.1~1.5 (1.2)	(1.1)	160 以上 280 以下
α	—	0.1 ϵ ~ ϵ (0.25 ϵ)	ϵ	ϵ	—

注: 1. 对于超过该表中所列输出功率值的大容量装置, 由于实例较少, 所以, 必须对其每个实际装置进行审核。

2. 表中 ϵ 、 α 以及 γ 的值, 作为发电装置的固有特性, 如表中所示。在作计划等时不能限定发电装置的场合, ϵ 、 α 以及 γ 的值, 可取括弧内的值进行计算。

3. 采用制造厂的保证值的场合, 可取其各值进行计算。

(1) 取决于正常负荷的发电机输出功率

$$G_1 = \left(\frac{1}{\eta_L} D S_f \frac{1}{\cos \theta_g} \right) K \quad (12.3)$$

式中 G_1 ——取决于正常负荷的发电机输出功率(kVA);

η_L ——负荷设备的综合效率;

D ——负荷设备的利用率;

S_f ——由于单相负荷设备和不平衡所引起的线电流增加系数

$$S_f = \sqrt{1 + \frac{\Delta P}{K} + \left(-\frac{\Delta P^2}{K} \right) (1 - 3u + 3u^2)}$$

ΔP ——单相不平衡部分输出功率的总和(kW),在三相各线间有单相负荷输出功率A、B、C(kW),且 $A \geq B \geq C$ 时

$$\Delta P = A + B - 2C \quad (\text{kW})$$

u ——单相负荷的不平衡系数

$$u = \frac{A - C}{\Delta P}$$

$\cos \theta_g$ ——发电机额定功率因数;

K ——接于自备发电设备的负荷设备的输出功率总和(kW)。

(2) 取决于容许电压降的发电机输出功率

$$\begin{aligned} G_2 &= VM_2 \\ &= \frac{1 - \Delta E}{\Delta E} x_{dg} \frac{k_s}{Z'_m} M_2 \end{aligned} \quad (12.4)$$

式中 G_2 ——取决于容许电压降的发电机输出功率(kVA);

V ——电压变动系数;

M_2 ——产生最大起动输入功率(kVA)的负荷设备的输出功率(kW);

ΔE ——发电机端容许电压降值(p.u);

x_{dg} ——发电机常数(评价负荷投入时电压降的阻抗分量);

Z'_m ——电动机常数(评价电动机起动时起动电流的阻抗分量)(p.u);

k_s ——取决于投入负荷的起动方式的系数。

(3) 取决于过电流耐力的发电机输出功率

$$\begin{aligned} G_3 &= \frac{1}{KG_3} (BG_3 + SG_3) K \\ &= \frac{1}{KG_3} \left[\frac{dK}{\eta_b \cos \theta_b} + \left(\frac{k_s}{Z'_m} - \frac{d}{\eta_b \cos \theta_b} \right) M_3 \right] \end{aligned} \quad (12.5)$$

式中 G_3 ——取决于过电流强度的发电机输出功率(kVA);

KG_3 ——发电机短时过电流强度系数;

BG_3 ——基本负荷部分的负荷电流系数

$$BG_3 = \frac{d}{\eta_b \cos \theta_b}$$

SG_3 ——取决于投入负荷的负荷电流增加系数

$$SG_3 = \left(\frac{k_s}{Z'_m} - \frac{d}{\eta_b \cos \theta_b} \right) \frac{M_3}{K}$$

d ——基本负荷设备的利用率;

K ——按式(12.3);

η_b ——基本负荷设备的效率;

$\cos \theta_b$ ——基本负荷设备的功率因数;

Z'_m ——按式(12.4);

k_s ——按式(12.4);

M_3 ——取 SG_3 的值为最大时的负荷设备的输出功率(kW)。

(4) 取决于容许负序电流的发电机输出功率

$$\begin{aligned} G_4 &= \frac{1}{KG_4} \sqrt{H_2 + U_2} = \frac{1}{KG_4} \sqrt{\sum_i \left(\frac{R_i h_i}{\eta_{xi} \cos \theta_i} \right)^2} \\ &\quad + \sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\eta_\phi \cos \theta_\phi} \right)^2 \times (1 - 3u + 3u^2)} \end{aligned} \quad (12.6)$$

式中 G_4 ——取决于容许负序电流的发电机输出功率(kVA);

KG_4 ——发电机的容许负序电流系数($\rho \cdot u$);

H ——由负荷设备发生的高次谐波电流分量所决定的负序电流容量(kVA);

U ——由负荷设备所产生的不平衡电流所决定的负序电流容量(kVA);

R_i ——产生高次谐波的负荷设备的输出功率(kW);

h_i ——该产生高次谐波的负荷设备的高次谐波发生率;

η_{xi} ——该产生高次谐波的负荷设备的效率;

$\cos \theta_i$ ——该产生高次谐波的负荷设备的功率效率;

ΔP ——如前所述;

η_ϕ ——各单相负荷设备的效率;

$\cos \theta_\phi$ ——各单相负荷设备的功率因数;

u ——如前所述。

(c) 原动机输出功率 从连接在自备发电设备上的负荷设备容量出发,按以下3点求出原动机必需输出功率,取其中最大值作为原动机输出功率。

(1) 由正常运行的负荷设备所确定的原动机的